

# Sanitärtechnik ohne Wasser - Komposttoiletten in der Ökologischen Siedlung Bielefeld-Waldquelle

Wolfgang Berger, Berger Biotechnik GmbH

Juliusstraße 27, D-22769 Hamburg, [info@berger-biotechnik.de](mailto:info@berger-biotechnik.de)

## 1 Problemstellung

### 1.1 Sanitärtechnik ohne Ökologie

Die Entscheidung, die bis Mitte des 19. Jahrhunderts üblichen Trockentoilettensysteme durch wassergespülte Toiletten mit Kanalisationsanschluss zu ersetzen, wurde aufgrund hygienischer Missstände in den Städten getroffen, nachdem Fortschritte in der Hygienisierung von Fäkalien durch neue Kompostierungsverfahren nicht umgesetzt wurden. Seitdem steht die Wasserspültoilette zwar weltweit für den hygienischen Fortschritt, ist aber gleichzeitig Symbol für einen gravierenden ökologischen Unsinn: Mit jeder Spülung vermischt der Mensch den Wasserkreislauf mit dem Nährstoffkreislauf der Natur, um anschließend die Stoffe wieder aufwendig in einer Kläranlage voneinander zu trennen oder sie ungereinigt in ein Gewässer einzuleiten (z.B. Brüssel, 3. Welt-Länder, Touristengebiete).

### 1.2 Nährstoffquelle Abwasser

Selbst Kläranlagen auf hohem technischen Niveau sind nicht in der Lage, die im häuslichen Abwasser enthaltenen Nährstoffe vollständig abzubauen. Phosphor und Stickstoff düngen mehr oder weniger auch weiterhin unsere Gewässer, während die für das Pflanzenwachstum notwendigen Düngestoffe größtenteils künstlich erzeugt werden müssen. Eine Verwertung des Klärschlammes zur Düngung schließt sich in der Regel aus, da die Schlämme, aufgrund der Vermischung mit Abwässern aus anderen Bereichen über die Schwemmkanalisation, zu stark mit schwer oder nicht abbaubaren Stoffen belastet sind, die nicht in den Nahrungskreislauf dürfen. Die Schlämme werden daher verbrannt und/oder deponiert.

### 1.3 Lebensmittel Wasser

Der hohe Wasserverbrauch zur Spülung von 1,5 bis 2 Litern Fäkalien und Urin mit ca. 45 Liter Wasser pro Person und Tag (Deutschland) wird unter Verwendung von z.T. Jahrtausende alter Wasserreserven und aufwendig aufbereitetem Trinkwasser gedeckt. Steigende Wasserpreise, aber immer mehr auch ein bewussteres Verhältnis zum Lebensmittel Wasser, führen inzwischen zur Suche nach ressourcenschonenden und nachhaltig wirksamen Sanitärkonzepten. Der Großteil der Weltbevölkerung ist nämlich gar nicht in der Lage, das System Wasserspültoilette mangels Wasser und/oder Geld umzusetzen. Folglich sterben jährlich ca. 5 Millionen Menschen durch mangelhafte oder fehlende sanitäre Anlagen und dadurch verschmutztes Wasser.

## 2 Lösungsansätze

### 2.1 Wasser- und Abwassereinsparung

Wasserspartoiletten, die den Wasserverbrauch auf 1 bis 4 Liter je Spülgang reduzieren, sind ein wichtiger Schritt, um ohne Komfortverzicht und Funktionseinschränkungen Fäkalien und Urin zu transportieren. Auch der Ersatz von Trinkwasser durch Betriebswasser aus gesammelten Niederschlägen trägt dazu bei, den Trinkwasserverbrauch für Spülzwecke einzuschränken. Bleibt jedoch das Problem der Abwasserreinigung und der Wiedergewinnung wertvoller Pflanzennährstoffe.

## 2.2 Teilverwertung durch Trennung der Stoffströme

Trennt man Toilettenabwässer und restliches Abwasser voneinander, so erhält man ein konzentrierteres fäkalienhaltiges "Schwarzwasser" und ein leichter zu reinigendes fäkalienfreies "Grauwasser". Bei Verwendung von Wasserspartoiletten können die Feststoffe aus dem Abwasser über einen einfachen Wasserabscheider einer Kompostierung zugeführt werden, während Spülwasser und Urin dann eine kleinere und weniger aufwendige Abwasserreinigungsanlage benötigen. Das gereinigte Grauwasser kann zur Bodenbewässerung oder zur Toilettenspülung verwendet werden.

## 2.3 Energie- und Nährstoffgewinnung aus häuslichem Abwasser

Setzt man urinseparierende Spültoiletten ein, so gelangt ein Teil des Stickstoffes gar nicht erst in das Abwasser, sondern wird für eine Verwertung gesammelt. Urin ist beim gesunden Menschen keimfrei und eignet sich als Flüssigdünger in der Garten- und Landwirtschaft. Beispiele von Wohnsiedlungen in Schweden und in Kiel haben das Interesse von Landwirten geweckt, die mangels Viehhaltung keine Gülle zur Düngung haben. Andere Wohnsiedlungen in Lübeck und in Freiburg zeigen auf, dass auch Abwasser aus Vakuumtoiletten zusammen mit organischen Küchenabfällen zur Biogasgewinnung genutzt werden kann und der ausgefaulte Schlamm sich landwirtschaftlich verwerten lässt.

## 2.4 Konsequenz ohne Wasser

Will man Wasser als Transportmittel für Fäkalien gar nicht erst verschmutzen bzw. ist es dafür nicht ausreichend vorhanden, so gelangt man zu dem neuen "alten" Sanitärsystem Trockentoilette. Neu ist, dass durch technische und verfahrenstechnische Weiterentwicklungen eine hygienisch einwandfreie Aufbereitung der Fäkalien möglich wird, der Betrieb absolut geruchfrei erfolgt und die Toilettenstühle heutigen Komfort- und Hygieneanforderungen entsprechen.

Bis auf eine geringe Menge Wasser zur gelegentlichen Reinigung der Toilette wird kein Wasser verbraucht (Lösung 1), Schwarzwasser entfällt, so dass eine Grauwasserreinigung ermöglicht wird (Lösung 2) und die in den Fäkalien und im Urin enthaltenen Nährstoffe bleiben weitgehend erhalten (Lösung 3). Dabei lassen sich auch alle organischen Haushaltsabfälle mitverwerten. Als Endprodukte entstehen Komposterde und ein geruchloses Sickerwasser, das in der Regel als Flüssigdünger für Zierpflanzen verwendet wird.

# 3 Komposttoiletten in der Siedlung Bielefeld-Waldquelle

## 3.1 Pioniersiedlungen in Deutschland

Während in Schweden Komposttoiletten seit Mitte der 60er Jahre des letzten Jahrhunderts hauptsächlich in Sommerhäusern eingesetzt wurden, fanden in den USA seit Anfang der 80er Jahre weiterentwickelte Systeme als öffentliche Toiletten in Freizeitgebieten und Naturschutzreservaten starke Verbreitung. In Deutschland werden Komposttoiletten seit Mitte der 80er Jahre angeboten und hauptsächlich in Einfamilienhäusern eingebaut. Anfang der 90er Jahre entstanden vor allem in Hamburg, Kiel, Berlin und Bielefeld ökologisch orientierte Wohnsiedlungen, die Ökologisches Bauen mit konsequenten Abwasserkonzepten umsetzten. Die wohl weltweit größte Ansammlung von Komposttoiletten in einer Siedlung befindet sich in der Bielefelder Ökologischen Siedlung Waldquelle (ca. 70 Anlagen).



Abbildung 1: Ökosiedlung Waldquelle: Einfamilien- und Reihenhäuser mit Terranova-Komposttoiletten

### 3.2 Planungsziele und Umsetzung der Siedlung Waldquelle

Zusammen mit einer Gruppe ökologisch interessierter Bauherren begann das Bielefelder Architekturbüro Bültmann 1988 mit der Planung eines Stadtrandquartiers in Bielefeld-Quelle, das nach konsequent ökologischen Kriterien ausgerichtet sein sollte und eine Mischung verschiedener sozialer Wohnformen unter größtmöglicher Beteiligung der Nutzer zum Ziel hatte. Aufgrund erheblicher baurechtlicher und finanzierungsrechtlicher Widerstände wurde zur besseren Durchsetzung eine Genossenschaft als gemeinsame Organisations- und Rechtsform gegründet. Von 1994 bis 1999 entstanden Eigenheime in Einzel-, Doppel- und Reihenhausbauweise sowie Eigentumswohnungen und Sozial - Mietwohnungen im mehrgeschossigen Wohnungsbau unter Beteiligung verschiedener Architekturbüros. Dabei wurden sämtliche 130 Wohneinheiten inklusive einem öffentlichen Kindergarten mit einem Anschluss an eine Komposttoilettenanlage versehen. Die vorgesehene Grauwasserreinigung über eine gemeinsame Pflanzenkläranlage wurde bis heute aus Kostengründen nicht umgesetzt, so dass das Grauwasser in die städtische Kanalisation eingeleitet wird. Ein besonderes Merkmal der Siedlung besteht darin, dass erstmalig Komposttoiletten mit Toilettenanschlüssen bis zu vier Stockwerken umgesetzt wurden.



Abbildung 2: Ökosiedlung Waldquelle: 4-geschossige Miethäuser im sozialen Wohnungsbau mit Komposttoiletten

### 3.3 Das Prinzip der Komposttoilette

Die Anlage besteht aus einem durchlüfteten Behälter, der jeweils über ein senkrecht fallendes Rohr mit einem Toilettenstuhl verbunden ist. Es können bis zu 4 Toiletten auf maximal 4 Etagen angeschlossen werden. Die Toilettenstühle bestehen aus Kunststoff und sind mit einem trichterförmigen herausnehmbaren Einsatz ausgestattet. Dieser ermöglicht leichtes Reinigen und verhindert die Verschmutzung der Fallrohre. Ein Abluftrohr, das vom Behälter aus über Dach geführt und durch einen Ventilator verstärkt wird, sorgt für die notwendige Sauerstoffversorgung und einen geruchfreien Betrieb. Vor Inbetriebnahme wird ein Starterbett in den Behälter gegeben, das die Abfälle mit Hilfe von natürlichen Zersetzungsprozessen innerhalb von 2 Jahren zu Komposterde umwandelt. Dabei können alle organischen Haushaltsabfälle über die Toilette oder über einen gesonderten Abwurf eingebracht und mitverwertet werden.

### 3.4 Genehmigung

Grundsätzlich schreiben alle Landesbauordnungen in Deutschland (mit Ausnahme von Hamburg) den Einsatz von Wasserspültoiletten in Gebäuden vor. In Hamburg sind Toiletten ohne Wasserspülung genehmigungsfähig, wenn keine hygienischen Bedenken bzw. öffentlichen Interessen entgegenstehen. Da bis heute keine Bauartzulassung für Komposttoiletten besteht, musste in Bielefeld für jede Wohneinheit eine Genehmigung im Einzelfall beantragt und ein Antrag auf Befreiung vom Anschluss- und Benutzungszwang von der Wasserspültoilette gestellt werden.

Im Unterschied zu vorangegangenen Siedlungsbauvorhaben mit Komposttoiletten ergaben sich besondere genehmigungsrechtliche Schwierigkeiten durch den Einsatz in viergeschossigen Häusern (Brandschutz, Schallschutz, Lüftung innenliegender Toilettenräume). In der Zusammenarbeit zwischen Planungsbüro und Hersteller wurden Lösungen erarbeitet, die die entsprechenden Vorschriften für das Baugenehmigungsverfahren erfüllten. Weiterhin wurden privatrechtliche Sicherungsinstrumente durch Selbstverpflichtungen auf Siedlungsebene geschaffen.

### 3.5 Hygiene

Die Frage der hygienisch sicheren Unterbringung und Verwertung des entnommenen Kompostes wurde gelöst, indem man eine Sonderfläche innerhalb der Siedlung dafür festlegte. Der Betreiber selbst kann dann eigenverantwortlich entscheiden, ob er den Kompost auf dem eigenen Grundstück verwertet oder nicht. Mehrere bakterielle Untersuchungen ergaben, dass die entnommene Komposterde, wie auch die Abluft und das Sickerwasser, frei von Krankheitskeimen waren. Die Qualität ist dabei stark abhängig von der Verfahrenstechnik der Anlage und ihrer Wartung. Eine erste stichprobenartige Untersuchung ergab, dass durch eine externe Zwischenlagerung vor dem Aufbringen auf den Boden die hygienisch einwandfreie Qualität des Kompostes zusätzlich sichergestellt werden soll. Andererseits soll der entnommene Kompost auf Empfehlung des Herstellers nicht für Nutzpflanzen verwendet werden, so dass der Nahrungskreislauf durch das Aufbringen auf Zierflächen unterbrochen wird. Das Endprodukt muss daher nicht frei von Krankheitskeimen sein, wie es bei der Gülle- und Klärschlammverwertung üblich ist.



Abbildung 3: Ökosiedlung Waldquelle: 4-geschossige Eigentumswohnungen

Die bisherigen Untersuchungen gingen jedoch nicht über die Probenahme von 12 Anlagen hinaus, was für die behördliche Genehmigung neuer Anlagen häufig als nicht ausreichend repräsentativ gesehen wird. Daher bieten die seit 1986 durchgeführten Siedlungsprojekte mit Komposttoiletten, insbesondere die Siedlung Waldquelle, ideale Voraussetzungen für weitergehende Forschungen, da bei fast gleichen anlagentechnischen Gegebenheiten unterschiedliche Ergebnisse und Erfahrungen leichter auf ihre Ursache zurückzuführen sind.

### 3.6 Betrieb und Wartung

Jeder Betreiber einer Komposttoilettenanlage muss sich 1 mal monatlich ca. 1 Stunde Zeit für die Wartung des Kompostierungsprozesses nehmen. Sind mehrere Wohneinheiten an einen Behälter angeschlossen, so muss sich jemand für die Wartung verantwortlich erklären. In der Siedlung Waldquelle besteht seit mehreren Jahren eine Kompostgruppe, die im Kontakt und Austausch mit dem Hersteller die einzelnen Betreiber auf Wunsch berät. Ist eine regelmäßige Wartung nicht möglich, so kann dies auch als Serviceleistung innerhalb der Siedlung bestellt werden.

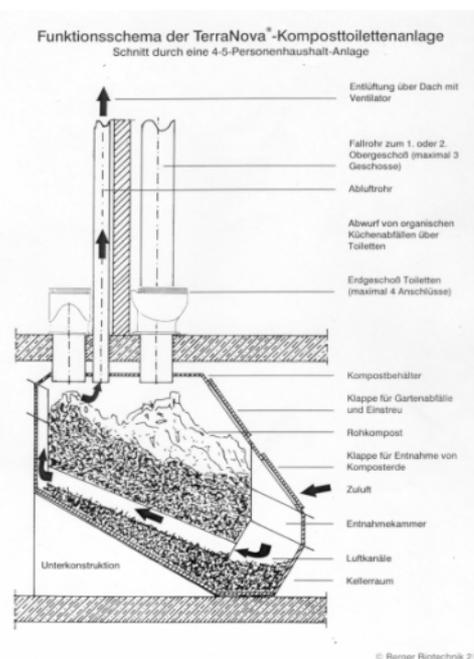


Abbildung 4: Kompostbehälter für einen 4-Personenhaushalt

Neben der gleichmäßigen Verteilung und Lockerung der Abfälle mit einem speziellen Lüftungsstab werden dabei, je nach Feuchtegehalt und Aktivität, Strukturstoffe bzw. Komposthilfsstoffe eingearbeitet. Sofern dies regelmäßig geschieht, bleibt der Aufwand gering. Nach 2-3 Betriebsjahren wird der fertige Kompost, der inzwischen auf ca. 10 Prozent der ursprünglichen Masse geschrumpft ist, erstmalig und dann jährlich aus der Entnahmekammer entnommen. Die entnommene Erde (ca. 40 Liter/p.P./a) eignet sich zur Bodenverbesserung von Zierflächen. Die restlichen noch nicht fertig kompostierten Stoffe verbleiben bis zur vollständigen Vererdung. Anfängliche Umgewöhnungen in der Benutzung der Toiletten (keinen Spülknopf mehr betätigen, nur noch gelegentlich mit der Bürste nachreinigen, keine Spülgeräusche hören, kein Öffnen des Fensters nach der Benutzung notwendig) werden von den Nutzern nach wie vor als Vorteile gegenüber Wasserspültoiletten wahrgenommen. Die Toiletten sind wartungsfreundlich konstruiert, so dass eine Reinigung in wöchentlichen Abständen ausreicht. Dazu wird der trichterförmige Einsatz mit etwas Wasser und Schmierseife gesäubert. Das Schmutzwasser schadet der Kompostierung nicht.

Innenliegende Toilettenräume brauchen keine zusätzliche Entlüftung. Da dies jedoch nach den geltenden Richtlinien, die Komposttoiletten nicht berücksichtigen, gefordert werden kann, wurde z.B. in der Siedlung Waldquelle ein Abluftventil in den Toilettenstuhl eingebaut, damit eine Permanentlüftung gegeben ist.



Abbildung 5: Küchenabwurf in Edelstahl in die Arbeitsplatte integriert

Grundsätzlich können alle kompostierbaren Stoffe in die Anlage eingegeben werden, solange sie kleingeschnitten sind (keine ganzen Brotlaibe, Blumensträuße, Kohlköpfe). Alle Tiere, die im offenen Gartenkompost nützlich sind, wie Asseln, Tausendfüßler, Ohrenkneifer, Kompostwürmer u.a., sind auch gut für die Kompostanlage, vorausgesetzt, sie finden dort ihre Lebensbedingungen wieder. Eine Vielfalt von Kompostorganismen und Ausgangsstoffen stabilisiert und beschleunigt den Umsetzungsprozess.

### 3.7 Erfahrungen und Kritik

Der Kompostierungsprozess ist ein lebendiger Prozess, der die Einhaltung von Parametern, wie Feuchte, Sauerstoff, Kohlenstoff/Stickstoff-Verhältnis, pH-Wert und biologische Aktivität voraussetzt. Einige Parameter können einfach gemessen oder durch Information und Erfahrung beurteilt werden. Die Einhaltung der Betriebsanweisung für eine Komposttoilette, speziell was die Wartung betrifft, ist daher selbstverständlich und notwendig. Wird diese nicht eingehalten, so wird der Aufwand, den Prozess wieder zu steuern, größer, um Komposterde als Endprodukt zu erhalten. Der Betreiber einer Komposttoilette geht somit auch ein Stück Verantwortung ein, seine Anlage regelmäßig zu pflegen oder pflegen zu lassen (wie bei anderen haustechnischen Systemen auch). Der relativ geringe Aufwand wird dennoch vielfach als belastend empfunden, so dass der Hersteller demnächst eine halbautomatisch funktionierende Anlage auf den Markt bringen will.

Die ersten Komposttoilettenanlagen wurden 1964 in Schweden produziert. Seitdem entstanden unterschiedliche Ausführungen und Weiterentwicklungen, die auch für z.B. Kleingärten, Vereinsheime, Campingplätze, Raststätten u.ä. einsetzbar sind. Auch die in Deutschland produzierten Anlagen wurden aufgrund neuer Erkenntnisse und Erfahrungen weiterentwickelt. So zeigte sich in der Praxis, dass die Wartung der Anlagen und die Entnahme der Komposterde komfortabler gestaltet werden musste. Die inzwischen vom Hersteller entwickelte Lösung ist auch für bestehende Anlagen nachrüstbar.



Abbildung 6: Endprodukt Komposterde: ca. 40 Liter pro Person und Jahr für Büsche und Blumenbeete

#### 4 Fazit und Ausblick

Die Vorräte an qualitativ hochwertigem Trinkwasser sind begrenzt, da der natürliche Wasserkreislauf durch die Schwemmkanalisation unterbrochen ist. Aus Gründen der Nachhaltigkeit verbietet sich daher zukünftig die weitere Verwendung von Trinkwasser zur Toilettenspülung. Komposttoiletten stellen eine Lösung des o.g. Problems dar, ohne den Anspruch zu haben, überall einsetzbar zu sein. Die Sanitärtechnik steht erst am Anfang, sich diesem Problem zu stellen.

Durch den Einsatz von Komposttoiletten entfällt die Entsorgung von Toilettenabwässern, die den höchsten Nährstoffanteil im Abwasser ausmachen und hygienisch bedenklich sind. Die Abfuhr bzw. Entsorgung und Behandlung von Klärschlämmen erübrigt sich. Dezentrale Kleinkläranlagen entlasten somit ihre Vorfluter, so dass gereinigtes Grauwasser zur Bodenbewässerung weiterverwendet werden kann und dem Grundwasser zugute kommt. Krankheitskeime in den Fäkalien werden durch die Kompostierung fast vollständig abgetötet - besser als in jeder Kläranlage, wie verschiedene Untersuchungen aufzeigen.

In anderen Teilen der Welt tragen genereller Wassermangel und das Fehlen technisch ausgereifter Lösungsalternativen zu hygienischen Missständen, Bodenerosion und Hungersnöten bei. Aufgabe der sogenannten entwickelten Länder ist es u.a., Lösungen für nachhaltig wirksame und ökologisch sinnvolle Sanitärsysteme auf ihre Tauglichkeit und Realisierbarkeit zu prüfen, in dem sie selbst als "Vorbild" gelebt werden, ehe sie auf andere Länder übertragen werden. Die Siedlung Bielefeld-Waldquelle und viele weitere Projekte, die in den letzten 20 Jahren entstanden, sind daher auch Gradmesser für die Weiterentwicklung und Übertragbarkeit zukünftiger Sanitärtechnologien auf Gebiete, denen die bisher verordnete Entsorgungstechnik des letzten Jahrhunderts mit ihren kaum noch lösbaren Folgen als angeblich fortschrittliche Lösung droht